

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2004-225276  
(P2004-225276A)

(43) 公開日 平成16年8月12日(2004.8.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
E O 4 H 15/20  
E O 4 H 15/34

F I  
E O 4 H 15/20  
E O 4 H 15/34

テーマコード (参考)  
2 E 1 4 1  
B  
D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-11528 (P2003-11528)	(71) 出願人	000206211 大成建設株式会社 東京都新宿区西新宿一丁目2 5 番 1 号
(22) 出願日	平成15年1月20日 (2003.1.20)	(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100075579 弁理士 内藤 嘉昭
		(74) 代理人	100103850 弁理士 崔 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	西川 薫 東京都新宿区西新宿一丁目2 5 番 1 号 大 成建設株式会社内
		(72) 発明者	塩津 一興 東京都新宿区西新宿一丁目2 5 番 1 号 大 成建設株式会社内
		F ターム (参考)	2E141 DD28 EE03 EE07 EE09 GG11

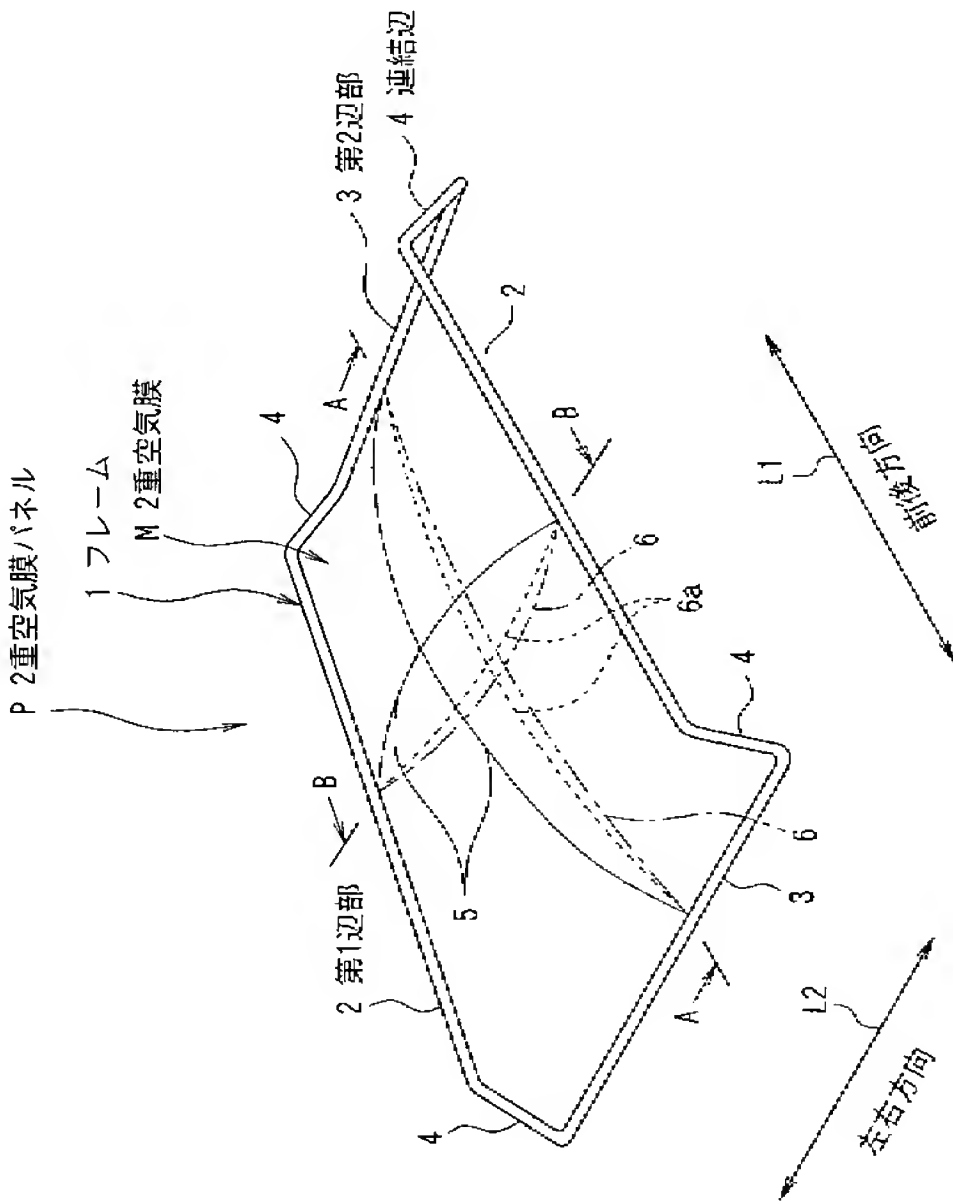
(54) 【発明の名称】 2重空気膜パネル

(57) 【要約】

【課題】 水が溜まる凹部が形成されにくい2重空気膜構造を提供する。

【解決手段】 フレーム2は、2本の第1辺部2及び2本の第2辺部3を備え、第1辺部2に対し、第2辺部3を下方にずらすように配置して構成する。そのフレーム2内に2重空気膜Mを配置する。このとき、無加圧状態において下膜6がHP曲面状となるように設定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

枠を構成するフレームと、そのフレーム内の面を覆うように配置されて外周部が当該フレームに支持される 2 重空気膜と、から構成され、上記 2 重空気膜は、上下で対向する上膜及び下膜からなると共に当該上膜と下膜との間の空間が加圧可能な密封空間となっている 2 重空気膜パネルにおいて、

フレームにおける上記一つの方角で対向する一対の辺部のうちの少なくとも一方を、当該一対の辺部以外の辺部よりも下方にずらして配置し、

上記下膜は、無加圧状態において、上記 1 つの方角に沿った輪郭が上側に凸の円弧形状となった状態で上記フレーム内に取り付けられていることを特徴とする 2 重空気膜パネル。

10

## 【請求項 2】

上記下膜は、無加圧状態で、引張張力が付与された状態でフレームに支持されることを特徴とする請求項 1 に記載した 2 重空気膜パネル。

## 【請求項 3】

一方に傾斜した屋根面に配置される 2 重空気膜パネルであって、上記屋根面の傾斜方向に沿って延びる左右の側辺部と、その 2 つの側辺部の上下両端部をそれぞれ連結する上辺部及び下辺部とを備えて枠を構成するフレームと、そのフレーム内の面を覆うように配置されて外周部が当該フレームに支持される 2 重空気膜と、から構成され、上記 2 重空気膜は、上下で対向する上膜及び下膜からなると共に当該上膜と下膜との間の空間が加圧可能な密封空間となっている 2 重空気膜パネルにおいて、

20

上記下辺部は、上記上辺部及び 1 対の側辺部よりも下方にずらして配置されることを特徴とする 2 重空気膜パネル。

## 【請求項 4】

上記下膜は、無加圧状態で、引張張力が付与された状態でフレームに支持されることを特徴とする請求項 3 に記載した 2 重空気膜パネル。

## 【請求項 5】

上記上辺部から下辺部に向けて延在して少なくとも上記下膜を支持する 1 条又は 2 条以上のケーブルを備え、その各ケーブルは、上端部を上辺部に固定され、下端部が上記下辺部から上方に突出する支柱に固定されていることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載した 2 重空気膜パネル。

30

## 【請求項 6】

2 重空気膜を構成する上膜と下膜との間に、非構造体からなる薄膜を 1 層若しくは 2 層以上介挿させたことを特徴とする請求項 1 ～請求項 5 のいずれか一項に記載した 2 重空気膜パネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、屋根面に配設される 2 重空気膜パネルの構造に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

40

従来の膜屋根構造としては、例えば先行技術文献 1 に記載されたものがある。

この先行技術文献 1 のように、膜屋根にあっては、屋根面を矩形面の連続体となるように屋根面に沿って枠状のフレームを縦横に配置し、その各枠状のフレームで画成される各矩形面全面を覆うようにそれぞれ矩形の膜が配置されることで、目的の屋根面を複数の膜で構成する。各膜の外周部全周は、矩形枠を構成するフレームに固定される。

## 【0003】

ここで、上記膜屋根を構成する膜として 2 重空気膜が採用される場合がある。

この場合であっても、図 15 のように、屋根面に沿って縦横に配置された鉄骨骨組みに支持させながら、図 16 に示すような矩形状の枠からなるフレーム 50 が屋根面に沿って連続して配置され、その各枠を構成する各フレーム 50 内にそれぞれ平面視矩形状の 2 重空

50

気膜 5 1 が配置され、さらに、その 2 重空気膜の外周部全周がフレーム 5 0 に固定されることで、目的の膜屋根を構成する。

【0004】

上記 2 重空気膜 5 1 は、加圧した状態である図 1 6 (b) に示すように、上下に対向する上膜 5 1 a と下膜 5 1 b とから構成され、その上膜 5 1 a と下膜 5 1 b との間の空間を密封空間とする。その密封空間内を加圧して膨らませることで、上膜 5 1 a を上方に凸の曲面とすると共に下膜 5 1 b を下方に凸の曲面とし、付与された張力によって膜面に剛性が生じ上記のような特定の膜形状に安定して保持させる。

【0005】

また、積雪時や強風時などにあっては、上記密封空間の内圧を少し高めることで、外力に 10 抵抗する剛性を高めて上記目的の形状に膜を保持する。

ここで、上記 2 重空気膜 5 1 は、密封空間に空気を圧送して加圧して、図 1 6 (b) のような形状として使用するが、加圧前は、通常、図 1 6 (c) に示すように、下側に凸の円弧状の断面形状となるように余裕を持った状態でフレーム 5 0 に固定されている。

【0006】

【特許文献 1】

特開平 5 - 1 4 1 1 2 4 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、従来の 2 重空気膜 5 1 構造は、使用時に加圧によって上下に膨らんだ形状 20 とすることから、一般には、無加圧状態では、上膜 5 1 a 及び下膜 5 1 b とともに下側に凸の曲面を形成しやすい構造となっている。従って、内圧低下時に、下膜 5 1 b の形状が上膜 5 1 a の形状を保持する役割を何ら持たない。

【0008】

そして、上記従来の 2 重空気膜構造にあっては、積雪などによる外力が大きすぎたり、密封空間の圧が低下すると、図 1 7 に示すように、上側に凸形状の膜面が部分的に反転して部分的な凹部が形成されてその凹部に水が溜まり、その荷重によって凹部状の変形がさらに進行して膜材の劣化に繋がるおそれがある。

上記図 1 7 は、傾斜屋根面を構成する 2 重空気膜パネルを示すものであり、膜上に載った雪が膜面の傾斜に沿って滑り落ちるが、軒先に位置するフレーム 5 0 の下辺部が、積雪の 30 滑りを止めることで、上記水（雪）を溜める凹部が膜（上膜 5 1 a）に形成された場合の例である。そして、一度水が溜まった凹部が形成されると、更に上側から滑り落ちてくる雪がその凹部に乗って、凹部位置での荷重が増加することから当該凹部が拡大し、もって膜の劣化に繋がるおそれがある。

【0009】

これを防止するためには、従来にあっては、密封空間の内圧低下が起きないように、過大なバックアップ装置を用意して、十分な加圧を密封空間内に付与し膜面の剛性を高める必要がある。

また、膜に凹部が形成され、その凹部に水が溜まった場合に、上記内圧を高めるだけでは凹部を解消できない場合を考慮して、膜面に溜まった水を排除する水抜き装置を用意する 40 必要がある。

本発明は、上記のような点に着目してなされたもので、水が溜まる凹部が形成されにくい 2 重空気膜構造を提供することを課題としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明のうち請求項 1 に記載した発明は、枠を構成するフレームと、そのフレーム内の面を覆うように配置されて外周部が当該フレームに支持される 2 重空気膜と、から構成され、上記 2 重空気膜は、上下で対向する上膜及び下膜からなると共に当該上膜と下膜との間の空間が加圧可能な密封空間となっている 2 重空気膜パネルにおいて、

フレームにおける上記一つの方角で対向する一对の辺部のうちの少なくとも一方を、当該1対の辺部以外の辺部よりも下方にずらして配置し、  
上記下膜は、無加圧状態において、上記1つの方角に沿った輪郭が上側に凸の円弧形状となった状態で上記フレーム内に取り付けられていることを特徴とするものである。

【0011】

また、請求項2に記載した発明は、請求項1に記載した構成に対し、上記下膜は、無加圧状態で、引張張力が付与された状態でフレームに支持されることを特徴とするものである。

ここで、上記無加圧時の下膜の面が、例えばHP曲面状（双曲放物線面状）となるように、フレーム形状や初期張力の掛け具合を調整する。

10

【0012】

また、初期張力を必ずしも付与する必要はなく、例えば、下膜を上記HP曲面状に立体裁断することで、無加圧状態において、上記1つの方角に沿った輪郭を上側に凸の円弧形状となった状態とすることも可能である。

本発明によれば、無加圧時において、下膜が、上記一方に沿った方向には上側に凸の円弧形状となるように設定されていることから、内圧が低くなっても、当該下膜の上側に凸の円弧形状によって、下膜が水勾配を確保し易い形状となっている。このため、上膜に載った水が滑り易くなり、上膜に水が溜まる定常的な凹部が出来にくくなる。

【0013】

なお、下膜に対し、無加圧状態で張力を付与して上記形状を保つだけの剛性を膜面に与えている場合には、密封空間内の内圧が低下しても、上記一方に沿った方向には上側に凸の円弧形状が保持された状態のままで、内圧が低下して剛性が下がった上膜を支持可能である。

20

さらに、本発明によれば、上記1つの方角に沿った下膜の輪郭を上側に凸の円弧形状とすることで、上膜に載った水や雪は、その円弧に沿って滑り落ちやすくなるが、その端部に位置するフレームの辺を下方にずらして配置させておくことで、当該辺によって、滑り落ちてきた水や雪を止めることが防止されて、当該辺の近傍において、上膜に水などが定常的に溜まる凹部が形成されにくくなる。

【0014】

なお、略平坦な屋根面に配置される場合には、上記1対の辺部の両方にそれぞれ水などが滑り落ちてくるので、当該1対の辺部を共に下側にずらして配置しておくことが好ましいが、傾斜した屋根面に配置される場合には、上記1対の辺部のうち屋根面の傾斜における下側に位置する辺部だけを下側にずらしておけばよい。

30

【0015】

なお、下膜に対して、初期張力を付与する場合には、上記1つの方角に沿って付与すればよいが、少なくとも直交する2方向から初期張力を付加した場合には、より高い剛性を下膜に付与可能となり、安定して無加圧時における下膜を目的の形状に設定して上膜を支持可能となる。

次に、請求項3に記載した発明は、一方に傾斜した屋根面に配置される2重空気膜パネルであって、上記屋根面の傾斜方向に沿って延びる左右の側辺部と、その2つの側辺部の上下両端部をそれぞれ連結する上辺部及び下辺部とを備えて枠を構成するフレームと、そのフレーム内の面を覆うように配置されて外周部が当該フレームに支持される2重空気膜と、から構成され、上記2重空気膜は、上下で対向する上膜及び下膜からなると共に当該上膜と下膜との間の空間が加圧可能な密封空間となっている2重空気膜パネルにおいて、上記下辺部は、上記上辺部及び1対の側辺部よりも下方にずらして配置されることを特徴とするものである。

40

【0016】

次に、請求項4に記載した発明は、請求項3に記載した構成に対し、上記下膜は、無加圧状態で、引張張力が付与された状態でフレームに支持されることを特徴とするものである。

50



本発明によれば、2重空気膜を支持するフレームの辺部のうち下辺部を下方にずらしている  
ので、上膜に沿って屋根面の傾斜方向に滑り落ちてきた水等が下辺部で止められること  
なく、下方に流れるようになって、上記水などが溜まる凹部が当該下辺部近傍に形成され  
ることが防止される。

【0017】

また、無加圧状態で下膜に引張張力を付与しておくこと、下膜の下方への変位を小さく抑え  
ることが可能となる。

次に、請求項5に記載した発明は、請求項3又は請求項4に記載した構成に対し、上記上  
辺部から下辺部に向けて延在して少なくとも上記下膜を支持する1条又は2条以上のケー  
ブルを備え、その各ケーブルは、上端部を上辺部に固定され、下端部が上記下辺部から上  
方に突出する支柱に固定されていることを特徴とするものである。

10

【0018】

2重空気膜パネルが大型化すると、内圧による膜面への剛性付与がその分不利となるが、  
本発明によれば、ケーブルによって2重膜が補強されてパネルの大型化に対応可能になる  
と共に、下端部位置をフレームの下辺部よりも上方に位置させることで、下ケーブルで規  
制される下膜の下方への変位（サグ）が小さくなり、上膜に対して下膜が水勾配を確保可  
能な形状とすることが可能となる。

【0019】

次に、請求項6に記載した発明は、請求項1～請求項5のいずれか一項に記載した構成に  
対し、2重空気膜を構成する上膜と下膜との間に、非構造体からなる薄膜を1層若しくは  
2層以上介挿させたことを特徴とするものである。

20

ここで、非構造体からなる薄膜は、上膜及び下膜よりも伸びやすい膜材から構成すればよ  
い。

本発明によれば、上膜と下膜との間に一枚若しくは複数枚の薄膜が配置されることで、上  
下に複数の空気層が形成されることで断熱性が向上する。

なお、上記薄膜は非構造体であるので、上膜や下膜の変形を制限しない。

【0020】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の第1実施形態について図面を参照しつつ説明する。

図1は、本実施形態の2重空気膜パネルPを説明するための斜視図である。

30

本実施形態の2重空気膜パネルPは、図1～図3に示すように、略矩形枠状のフレーム2  
と、そのフレーム2で画成される空間内に配置されて外周部が当該フレーム2に固定され  
る2重空気膜Mとから構成される。

【0021】

上記フレーム2は、左右方向で対向する2本の第1辺部2（側辺部）と、前後方向で対向  
する2本の第2辺部3とで略矩形の枠を構成するが、本実施形態のフレーム2では、2本  
の第1辺部2間に形成される面よりも2本の第2辺部3が下方にずらすように、第1辺部  
2よりも第2辺部3が下方にずらして配置し、それに合わせて、第1辺部2の端部と第2  
辺部3の端部とをそれぞれ略上下方向に延びる連結辺4によって連結して構成している。

【0022】

40

そして、上記略矩形状のフレーム2で画成される空間に、2重空気膜Mが配置され、当該  
2重空気膜Mの外周部全周が上記フレーム2に固定されている。

ここで、本実施形態では、2本の第2辺部3が対向する前後方向が、請求項に記載された  
「一つの方向」に対応し、2本の第1辺部2が対向する左右方向が、「1つの方向」に直  
交する方向となる。

【0023】

2重空気膜Mは、上下で対向した上膜5及び下膜6から形成され、その上膜5の外周部と  
下膜6の外周部とが一体になっていることで、当該上膜5と下膜6との間の空間が加圧可  
能な密封空間7を構成する。また、上記上膜5及び下膜6は、塩ビフィルムやフッ素樹脂  
フィルムなど、伸びが可能な膜材料から出来ている。なお、符号5、6は、膜自体を指す

50

と共にその位置での輪郭も示す。

【0024】

上記2重空気膜Mは、その形状が、平面視で、上記フレーム2で画成される矩形状に対応した形状となっている。但し、フレーム2に固定した際に、下膜6に対して前後方向及び左右方向に沿った張力が付加されるように、図4に示すように、フレーム2で画成される矩形よりも若干小さく裁断されていて、2重膜外周の各辺を対応するフレーム2の辺部まで引っ張って、無加圧状態で張力が付与された状態で当該辺部に固定されている。

【0025】

このとき、無加圧状態で下膜6における前後方向の両端部が斜め下方に向けて引っ張られるようにして張力が付与されることから、当該前後方向に沿った下膜6の輪郭が、上に凸の放物線つまり上に凸の円弧形状となるようになる。なお、下膜6の左右方向に沿った輪郭は、下側に沿った円弧形状となる（符号6aの位置）。つまり、下膜6は、無負荷状態でも、上述のような張力付加で、HP曲面状（双曲放物線面状）を形成した面に所定の剛性を持って安定して保持可能となる。

10

【0026】

なお、上膜5にも、無加圧状態で引張張力を付加した状態としても良いが、付加しない状態であっても良い。

また、左右方向にも張力を掛けているが、必ずしも必要でない。左右方向への張力を掛けた方が、膜面の剛性が高くなって、下膜6の上下方向に沿った輪郭が確実に、上に凸の放物線状となる。

20

【0027】

ここで、図1中、破線で示した線6aが、無加圧時における前後方向及び左右方向に沿った下膜6である。本実施形態では、無加圧時において上膜5に特に張力を付与していないので、当該上膜5は、下膜6の上に載った状態となり、下膜6に沿った面つまりHP曲面状となっている。

この状態で、密封空間7に空気を圧送して加圧すると、下膜6は、初期張力に抗して下方に変位するが、HP曲面状は維持される（符号6の位置）。図中、一点鎖線が下膜6の加圧時の輪郭である。また、上膜5は、上方に凸となるように膨れあがった状態となる。図1の実線5が、上膜5の加圧時の輪郭である。

【0028】

30

そして、上記2重空気膜構造のパネルを、目的の屋根面に沿って屋根の鉄骨骨組みに組付け、縦横に連続的に配置することで、目的とする屋根膜が形成される。

ここで、平面若しくは略平面な屋根面部分に配置される場合には、上記2重空気膜構造のパネルの向きはどちらを向いていても良いが、傾斜した屋根面部分に配置される場合には、上記前後方向がその傾斜に沿って配置する。もっとも、屋根面の傾斜の軸と上記2重空気膜構造のパネルの前後軸とがずれていても構わない。

【0029】

上記2重空気膜構造では、密封空間7の内圧低下が起こっても、下膜6は、所定の剛性を持ってHP面に保持されているので、上膜5に載った水や雪は当該下膜6の形状に沿って落下しやすくなる。これによって、定常的な凹部が上膜5に形成されないため、上記水などが溜まった状態であるボンディングがし難くなる。したがって、過大なバックアップ装置を用意する必要がない。なお、上膜5に対し積雪などで一時的な凹部が形成されても、積雪などの滑りに応じて凹部が移動して、水が溜まる定常的な凹部となり難くなる。

40

【0030】

さらに、上膜5に載った雪や雨は、上膜5に沿って、フレーム2に向けて滑る際に、前後方向に流れた雪や雨は、第2辺部3が下方にずらして配置されていることから、当該第2辺部3で滑りを止められることなく、そのまま膜の外に流れる。このことから、2重空気膜Mに対して水抜き装置を設ける必要がない。

また、下膜6に対して常に水勾配が確保できる形状であるので、結露水の処理も可能である。なお、水勾配を増加させることで、滑雪性が向上して上膜5への雪の積雪を小さく抑

50

えることも可能となる。

【0031】

ここで、上記実施形態では、左右で対向する第1辺部2が直線状となっている場合を例示しているが、図5のように上側に凸の円弧状としても良い。このようにすると、下膜6の水勾配を大きくすることが可能である。

前後で対向する第2辺部3についても円弧状に延びる棒体であっても良い。第2辺部3の場合には、下側に凸の円弧形状が好ましい。

【0032】

また、上記第1辺部2及び第2辺部3が、直線状若しくは円弧形状など、延在方向に沿って急激な曲率変化が無い場合で例示しているが、これに限定しない。

10

上記2重空気膜構造のパネルを設置する面形状に合わせて、例えば、第1辺部2が途中で折り曲がったような形状（途中に急激な曲率変化がある形状）などとなっても良い。

【0033】

また、無加圧時に、1つの方向に沿った輪郭を上側に凸の円弧状とするのは、上述のような、下膜に初期張力を付与する方法に限定されない。当該初期張力と共に又は初期張力に代えて、下膜を、予め1つの方向に沿った輪郭が上側に凸の円弧状となるように立体裁断して形成することで実現しても良い。

次に、第2実施例について図面を参照しつつ説明する。なお、上記実施形態と同様な部材などについては同一の符号を付して説明する。

【0034】

20

上記第1実施形態の2重空気膜パネルPは、どのような屋根面にも、適用可能なものであるが、本第2実施形態の2重空気膜パネルPは、一方に向けて一定の傾斜（勾配）が付いている屋根面に適用可能なものである。

本実施形態の2重空気膜パネルPも、矩形枠を構成するフレーム2とそのフレーム2内に配置される2重空気膜Mとから構成される。

【0035】

上記フレーム2は、図6に示すように、屋根面の傾斜方向に沿って延びる左右で対向する2本の第1辺部2（側辺部）と、その2本の第1辺部2の上端部間を連結する上辺部3Aと、上記2本の第1辺部2の下端部間を連結する下辺部3Bとから構成される。ただし、下辺部3Bは、上記その他の3つの辺部で形成される面よりも下方にずらされていて、下辺部3Bの両端部と第1辺部2の下端部とは、略上下に延びる連結辺4で連結されている。

30

【0036】

そして、上記4本の辺部で形成される面を覆うように、2重空気膜Mが配置され、その2重空気膜Mの外周部全周がそれぞれ各辺部に固定されている。

このような2重空気膜パネルPにあっては、上膜5に載った雪は、屋根面の傾斜に沿って下方に滑り落ち、フレーム2の下辺部3Bによって止められることなく2重空気膜Mの外に落下する。

【0037】

なお、密封空間7の内圧が下がった場合において、下膜6に無加圧状態で張力を付与していない構成の場合には、膜は下側に凸の円弧形状（放物線）を描くが、その下方への変位量（サグ）が、屋根面の傾斜に比べて小さければ、上膜5に載った雪などは上膜5に沿って下方に滑り落ちる。

40

ここで、上記2重空気膜Mの下膜6は、必ずしも無加圧時に張力が付与されている必要はないが、下膜6に対して、無加圧時に少なくとも前後方向に沿った張力を付加させておくと、設置する屋根面の勾配が小さくても水勾配を確保しやすくなる。

【0038】

また、上記各辺部が直線状の場合を例示しているが、円弧形状などとなるように設定されていても良い。

また、上記2重空気膜パネルPが大型化（例えば1ユニットが10m×10mの大きさ）

50



、大スパン化させた場合には、図 7 ～図 9 に示すように、左右方向に沿って 1 箇所若しくは複数箇所にケーブル 1 1, 1 2 を配置して膜を押さえて補強する。

#### 【0039】

各ケーブル 1 1, 1 2 は、上膜 5 を押さえるケーブル 1 1 と、下膜 6 を押さえるケーブル 1 2 とから構成され、各ケーブル 1 1, 1 2 は、上端部が上辺部 3 A に固定されて上膜 5 若しくは下膜 6 に沿って下方に延び、その下端部が下辺部 3 B から上方に突設する支柱の上端部に固定されている。ケーブル 1 1, 1 2 の下端部位置を、下辺部 3 B よりも上側に上げることで、ケーブル 1 2 は下膜 6 の下方への垂れ込み（サグ量）を小さく抑えることが可能となっている。

#### 【0040】

このように、2 重空気膜 M をケーブル 1 1, 1 2 で上下から膨らみを押さえることで、密封空間 7 の内圧が低下しても、図 9 のように下膜 6 の上に上膜 5 があるため、上面の水勾配が確保しやすくなって、上記小型の場合のパネルと同様な効果を得る。

また、風圧や積雪等の外力に対して安定性を持たせる際には、密封空間 7 の内圧を上げて膜面の剛性を高めることとなるが、上下のケーブル 1 1, 1 2 で 2 重膜の膨らみを制限することで、図 10 (a) に示すように、膜面の曲率の半径 R を、ケーブル 1 1, 1 2 が無い場合（図 10 (b) 参照）に比べて小さくすることが出来ることから、ケーブル 1 1, 1 2 が無い場合に比べて、同一内圧であれば膜に生じる張力  $T (= P \cdot R)$  が小さくなり膜に設定される強度を、ケーブル 1 1, 1 2 を使用しない場合に比べて小さく設定できて、大スパンに対応することが可能となる。

#### 【0041】

ここで、図 1 1 に示すように、側辺部 2 を上に凸の円弧形状として、更に水勾配を確保するようにしても良い。

図 1 2 及び図 1 3 に、上記大スパンの 2 重空気膜パネル P を採用した屋根の例を図示する。なお、図 1 2 及び図 1 3 の (b) の図面では、膜の輪郭が分かるように、フレームを省略している。

#### 【0042】

また、上記各実施形態において、2 重空気膜を構成する上膜 5 と下膜 6 との間に薄膜 2 0 が無い場合を例示しているが、図 1 4 に示すように、上膜 5 と下膜 6 との間に、構造体を構成しない伸びやすい膜材からなる薄膜 2 0 を 1 層若しくは複数層（図 1 4 では 1 層の場合を例示している。）配置しても良い。

薄膜 2 0 によって、2 重空気膜内は、上下方向に複数の空気層に分離されることで、2 重空気膜の断熱性、保温性が向上する。

#### 【0043】

なお、薄膜 2 0 は非構造体であるので、薄膜 2 0 で区画された上下の空気層の圧は等圧となる。また、薄膜 2 0 は、上膜 5 の変形を制限しない。

なお、薄膜 2 0 には、空気が流通する穴が開いていても良いし、当該空気穴が開いていなくても良い。

#### 【0044】

#### 【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明の 2 重空気膜パネルを使用すると、2 重空気膜が内圧低下を起こしても、膜面が反転して水や雪などが常時溜まった状態となることを防止できるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づく第 1 実施形態に係る 2 重空気膜パネルを示す斜視図である。

【図 2】図 1 における A - A 断面図である。

【図 3】図 1 における B - B 断面図である。

【図 4】本発明に基づく第 1 実施形態に係るフレームに取り付ける前の 2 重空気膜を示す図であって、(a) は平面図、(b) はその C - C 断面図である。

【図 5】本発明に基づく第 1 実施形態に係る 2 重空気膜パネルの変形例を示す図である。



【図 6】本発明に基づく第 2 実施形態に係る 2 重空気膜パネルを示す斜視図である。

【図 7】本発明に基づく第 2 実施形態に係る 2 重空気膜パネルを示す斜視図である。

【図 8】図 7 における D－D 断面図である。

【図 9】図 7 における E－E 断面図である。

【図 10】ケーブルの作用を説明する模式図であって、（a）が本実施形態の図で、（b）が比較例の図である。

【図 11】本発明に基づく第 2 実施形態に係る 2 重空気膜パネルの変形例を示す斜視図である。

【図 12】本発明に基づく第 2 実施形態に係る 2 重空気膜パネルの設置例を示す図であり、（b）は、（a）の F－F 断面図（フレームは省略）である。

10

【図 13】本発明に基づく第 2 実施形態に係る 2 重空気膜パネルの設置例を示す図であり、（b）は（a）の G－G 断面図（フレームは省略）である。

【図 14】2 重空気膜の間に薄膜を介挿した例を示す模式図である。

【図 15】空気膜屋根を示す図である。

【図 16】従来の 2 重空気膜パネルを示す図であって、（a）は平面図、（b）は加圧状態での側面断面図、（c）は無加圧状態の側面断面である。

【図 17】従来の問題を説明する図である。

【符号の説明】

P 2 重空気膜パネル

M 2 重空気膜

20

1 フレーム

2 第 1 辺部（側辺部）

3 第 2 辺部

3 A 上辺部

3 B 下辺部

4 連結辺

5 上膜（の輪郭）

6 下膜（の輪郭）

7 密封空間

10 支柱

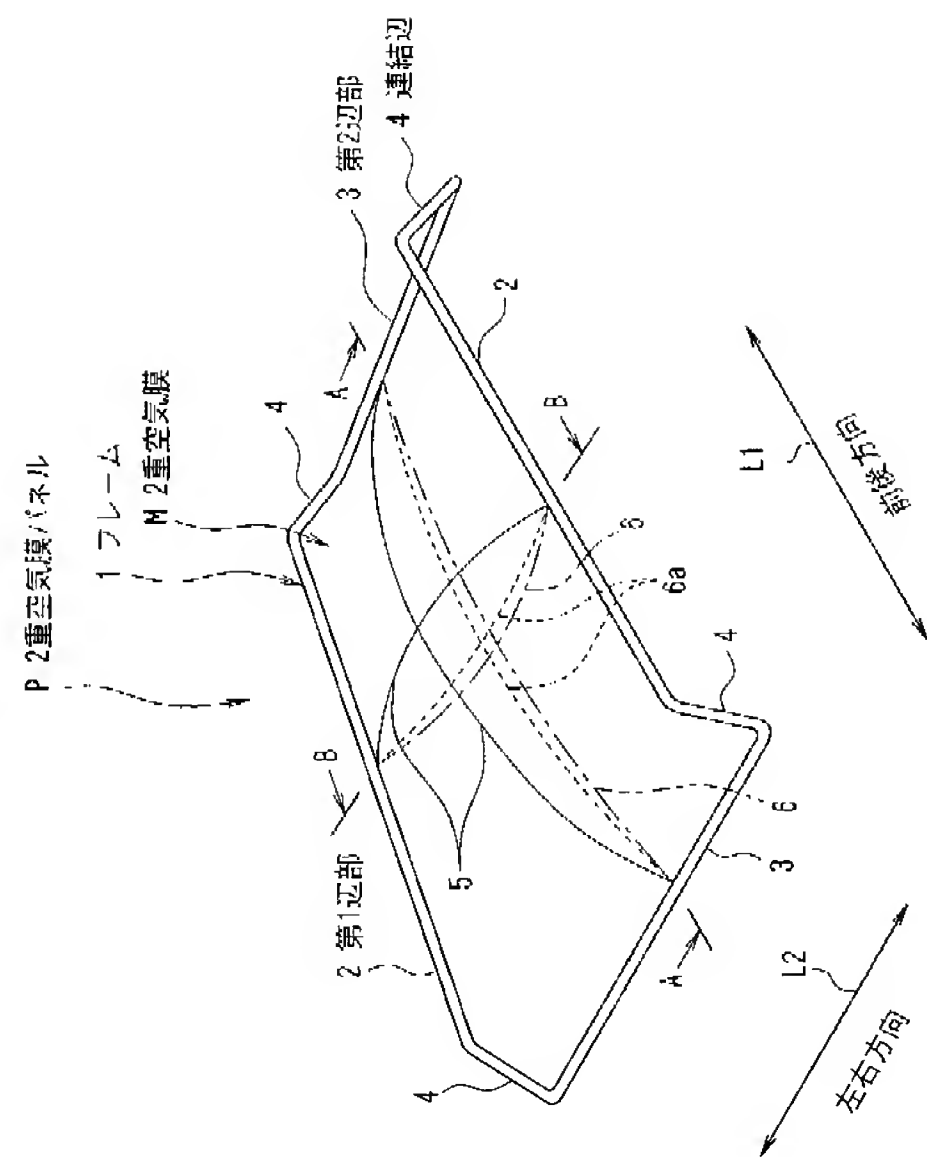
30

11 ケーブル（上ケーブル）

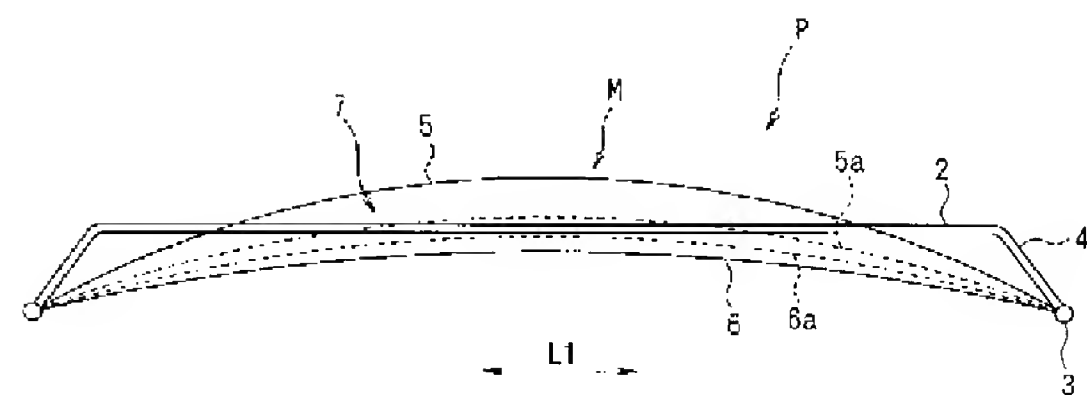
12 ケーブル（下ケーブル）

20 薄膜

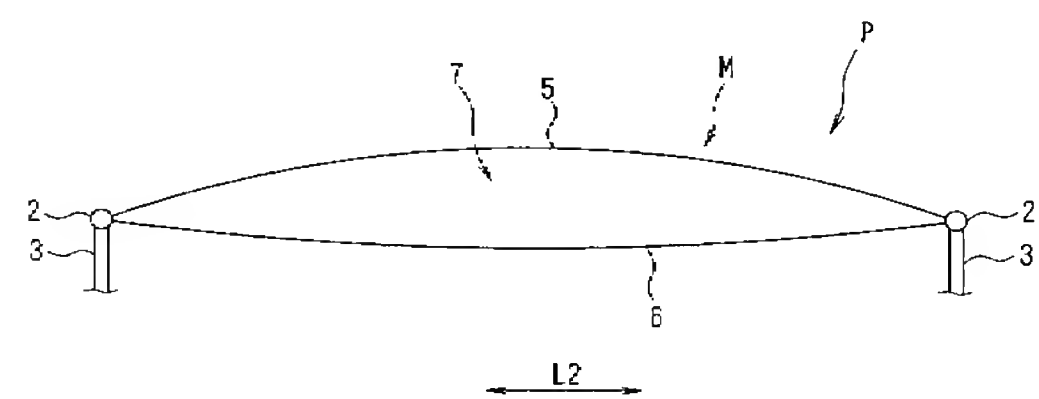
【図 1】



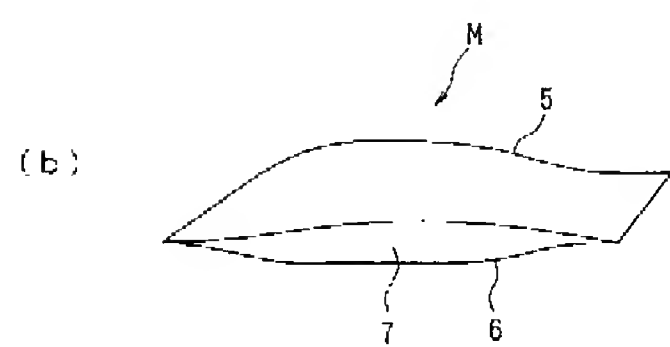
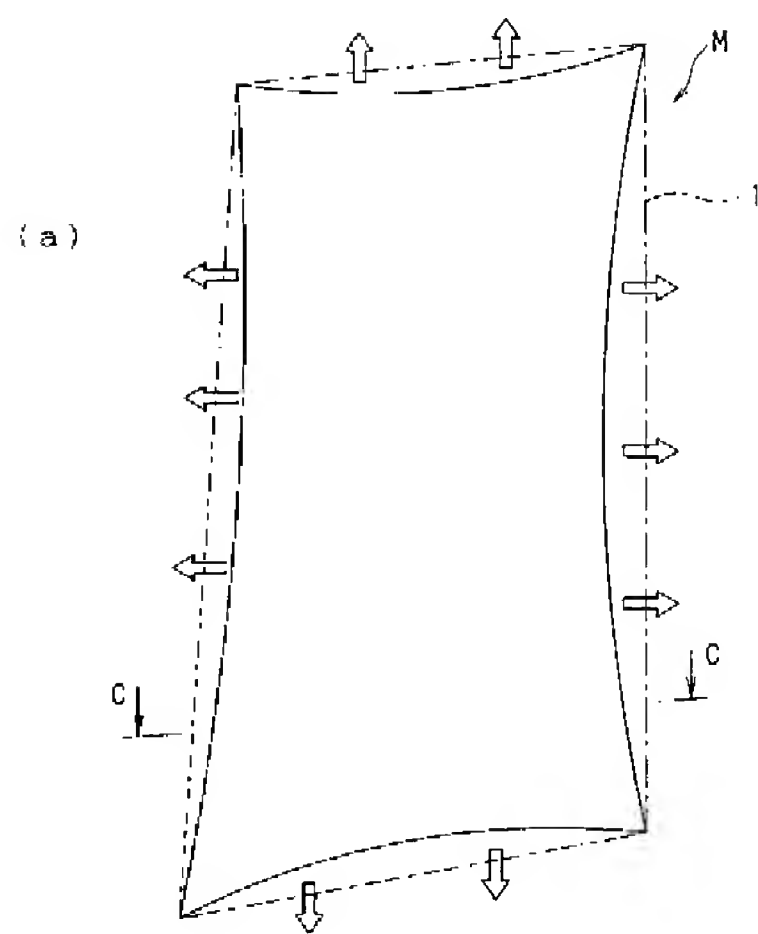
【図 2】



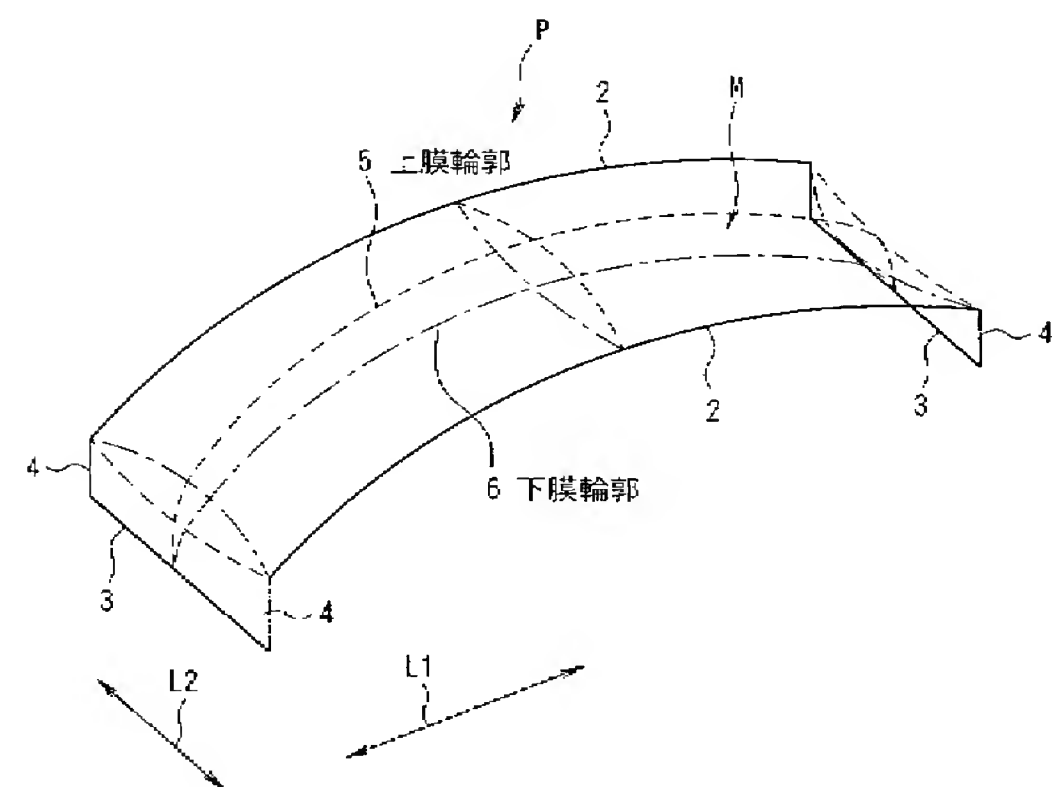
【図 3】



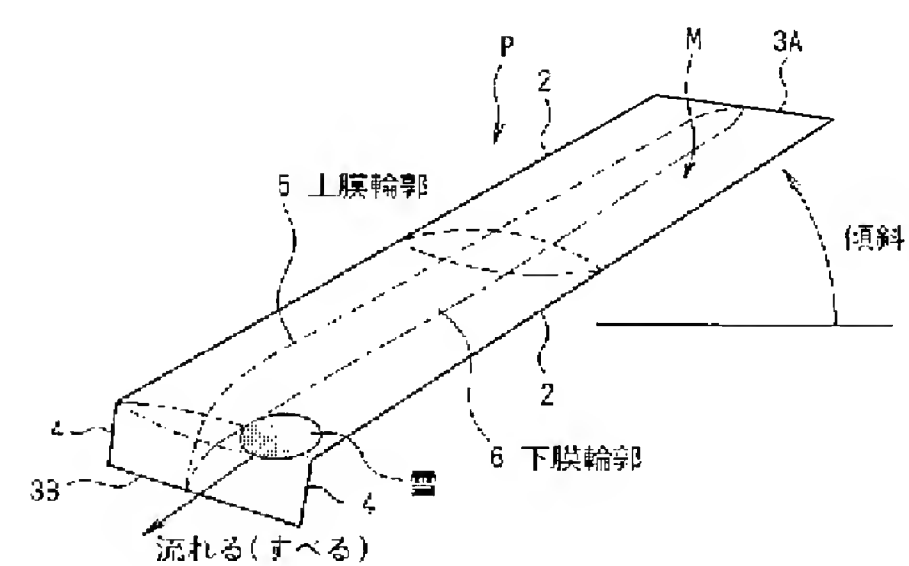
【図 4】



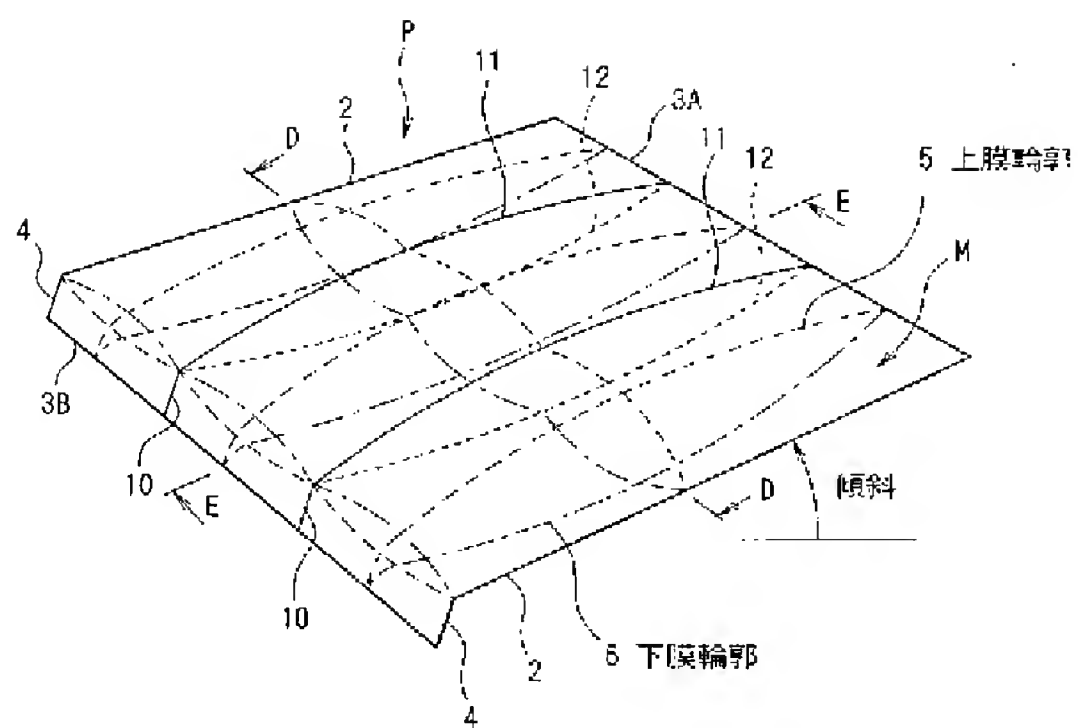
【図 5】



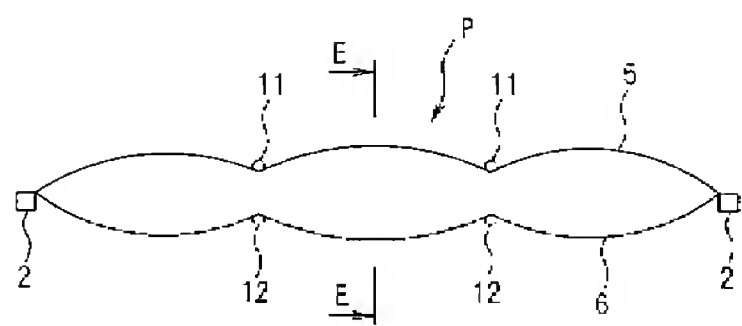
【図 6】



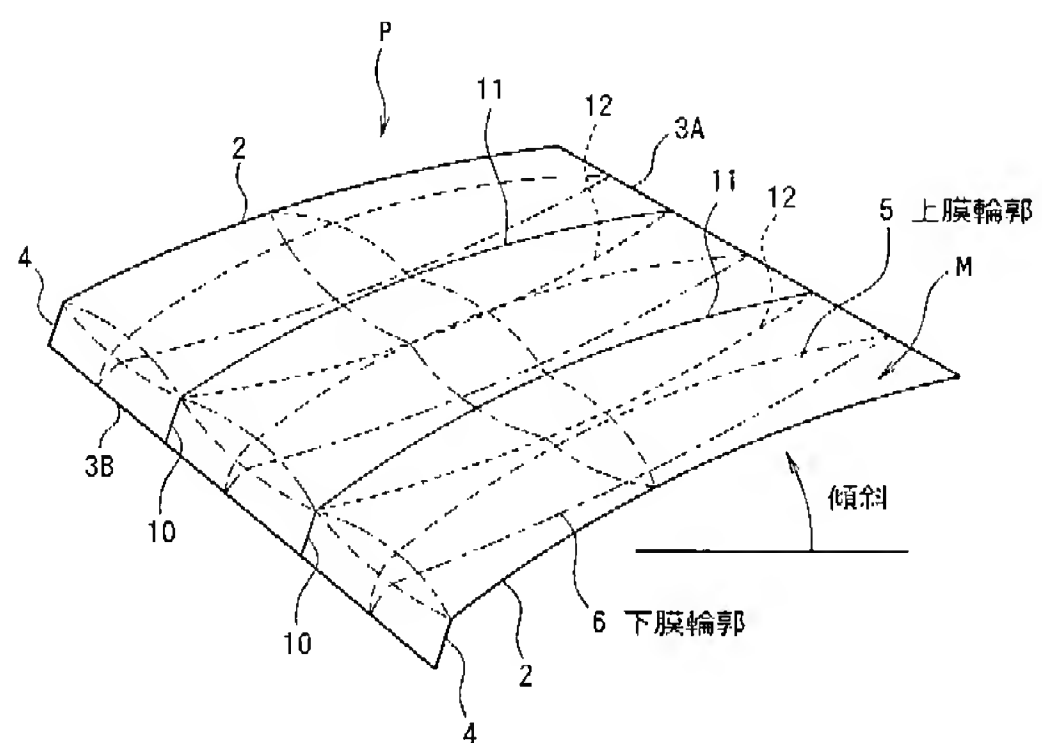
【図 7】



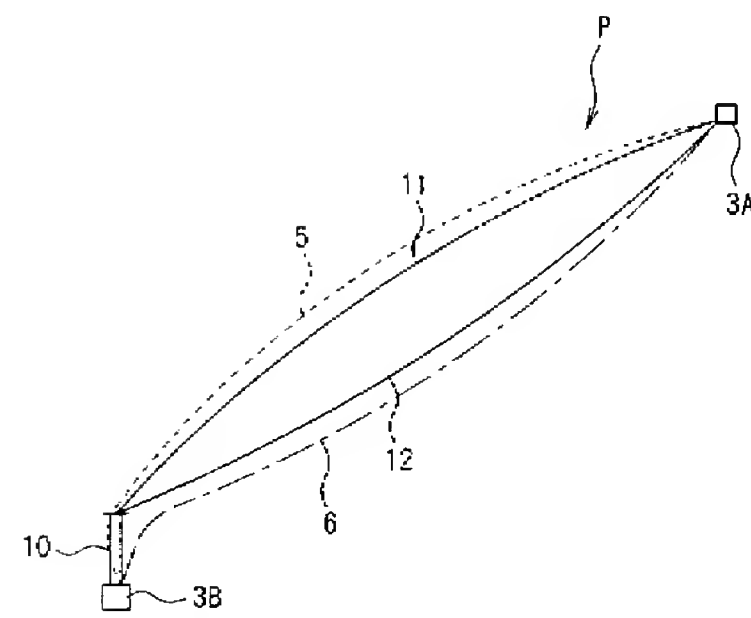
【図 8】



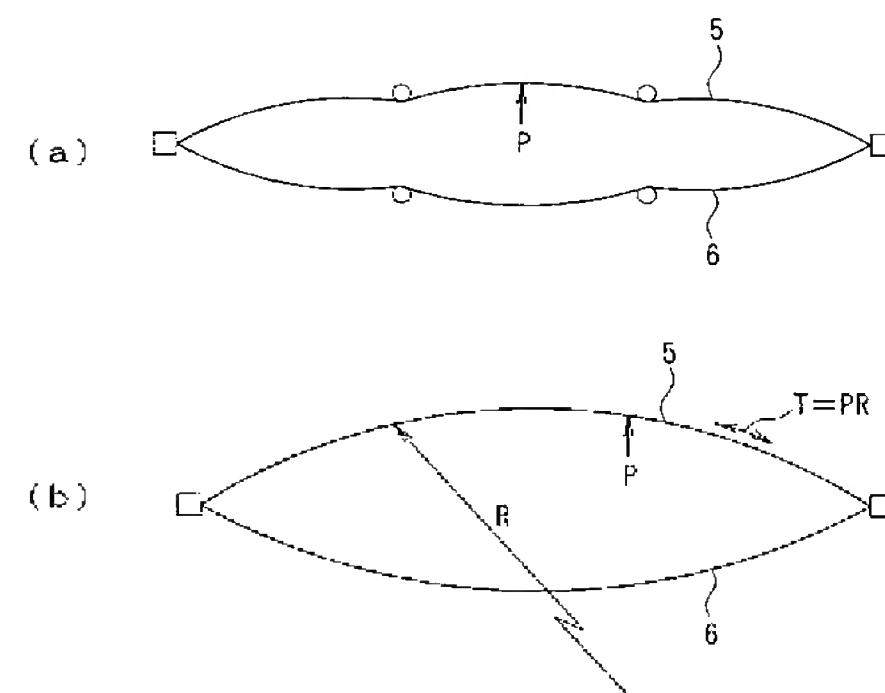
【図 11】



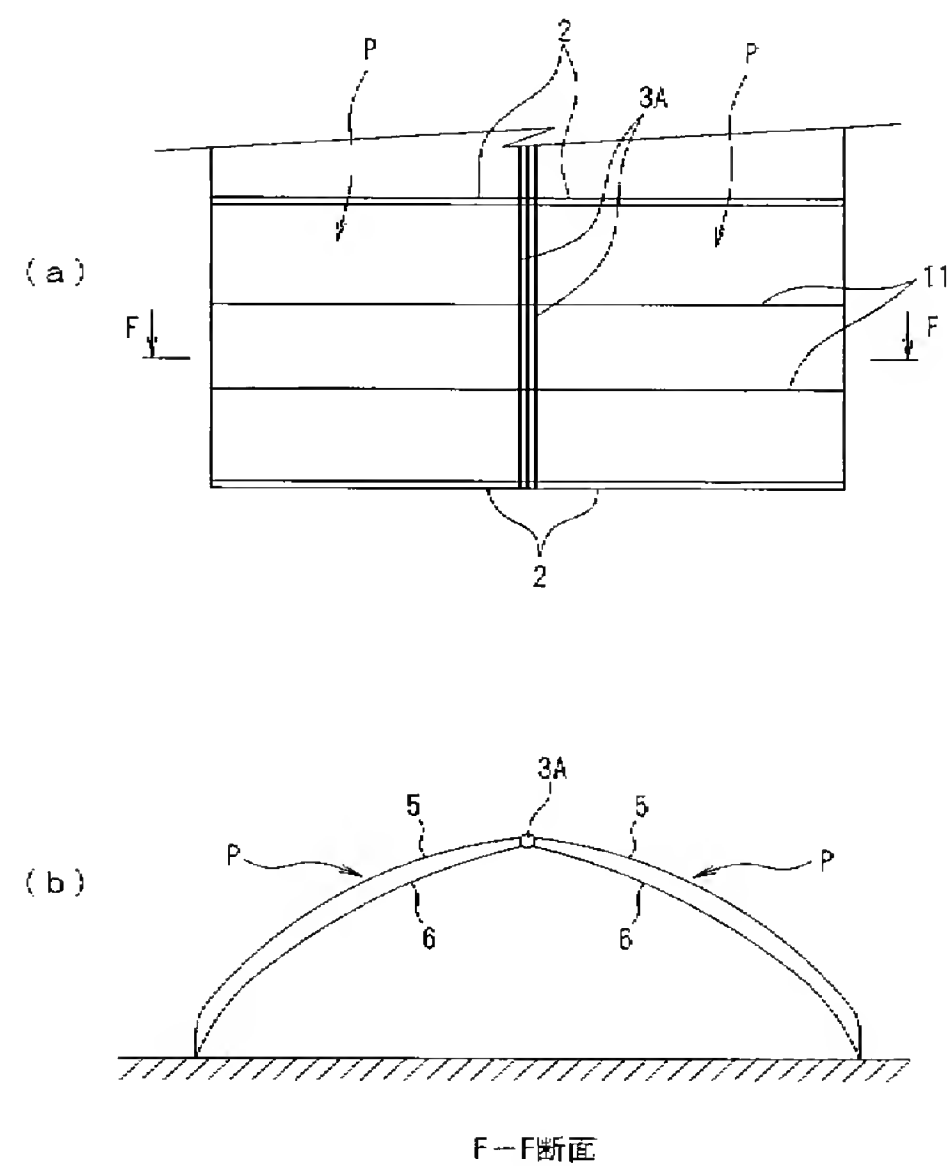
【図 9】



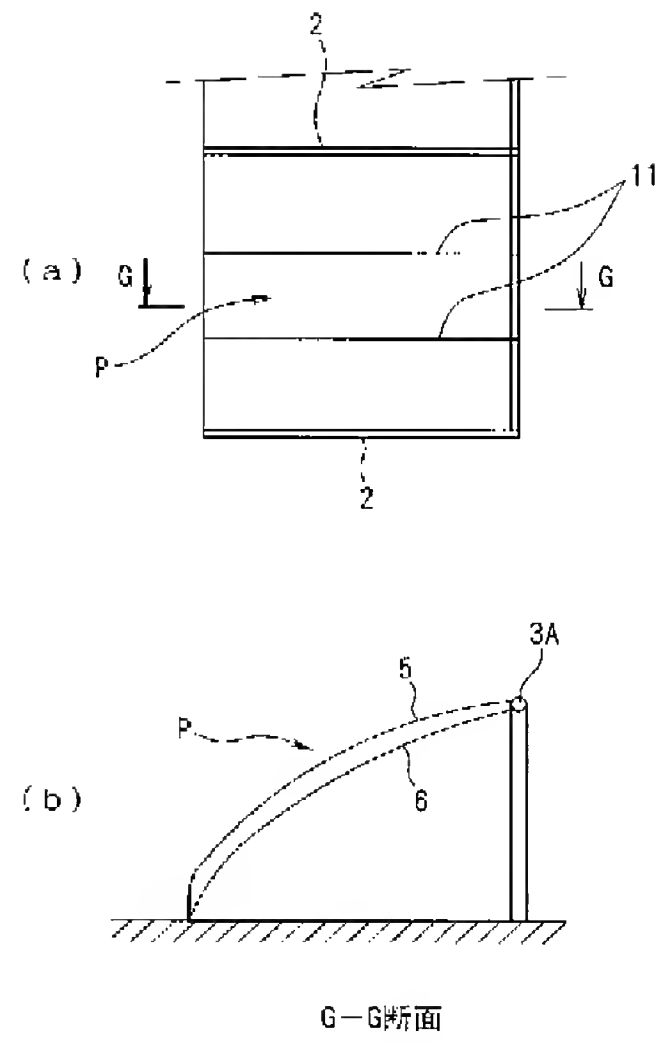
【図 10】



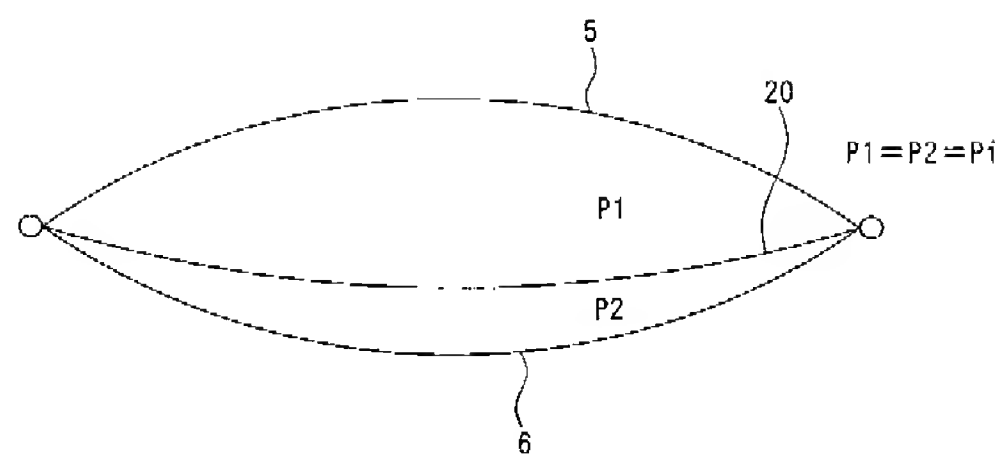
【図 12】



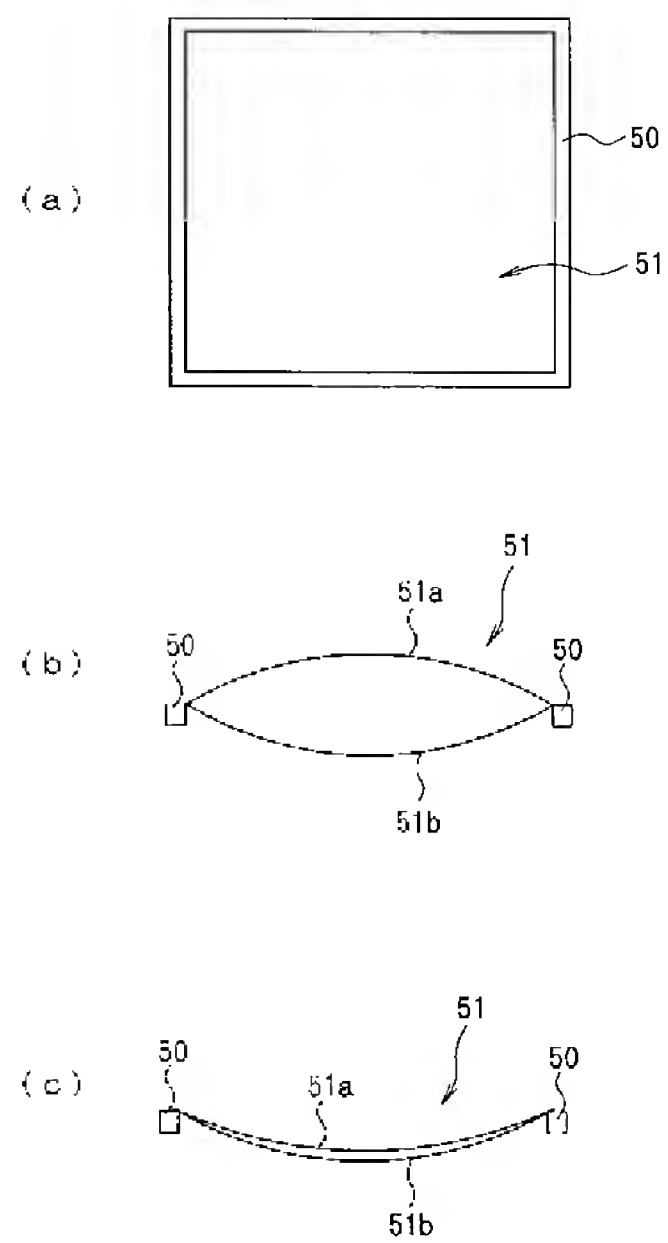
【図 1 3】



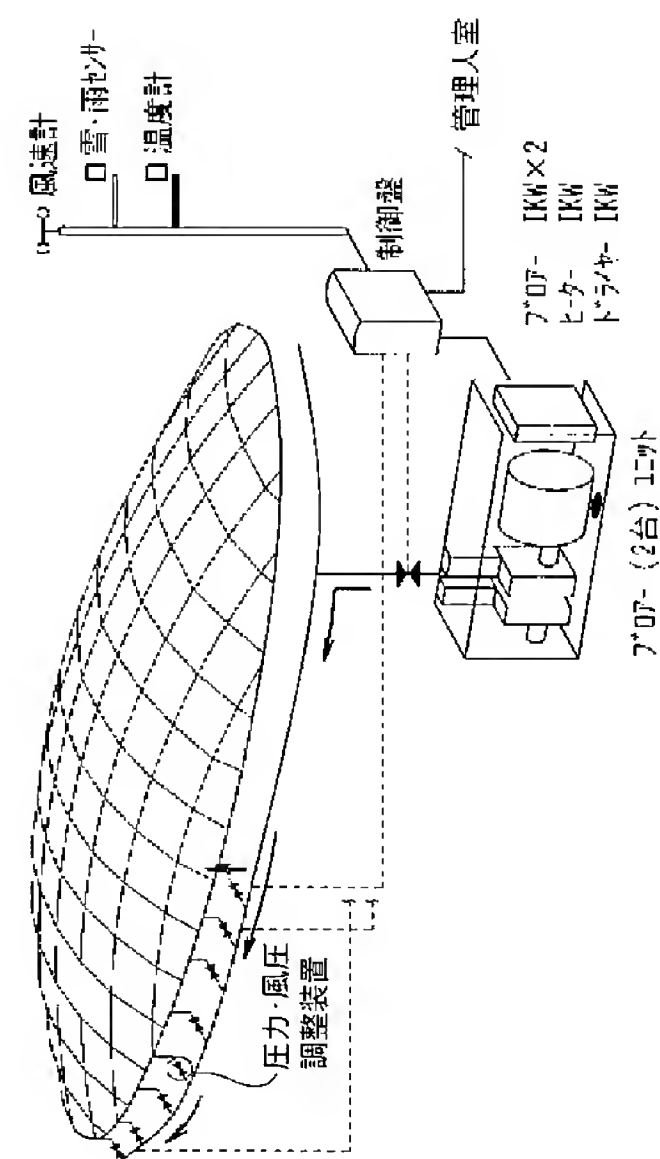
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 5】



【図 1 7】

